

Docket No.: PEK-IN1137

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : JOSEF FAZEKAS ET AL.  
Filed : CONCURRENTLY HEREWITH  
Title : ELECTROMIGRATION TEST STRUCTURE FOR DETECTING  
THE RELIABILITY OF WIRING

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,  
based upon the German Patent Application 101 08 915.5, filed February 23, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted  
herewith.

Respectfully submitted,

  
For Applicants

LAURENCE A. GREENBERG  
REG. NO. 29,308

Date: August 25, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/kf



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 08 915.5

**Anmeldetag:** 23. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG,  
München/DE

**Bezeichnung:** Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung  
einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen

**IPC:** H 01 L 23/544

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 07. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

## Beschreibung

Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen und insbesondere auf eine Elektromigrations-Teststruktur für hochbeschleunigte Tests in Halbleiterschaltungen.

10

Eine hohe Zuverlässigkeit insbesondere bei integrierten Halbleiterschaltungen aber auch in der Dünnschichttechnik stellt einen wesentlichen Faktor bei der Produktion und der späteren Verwendung dar. Es werden daher eine Vielzahl von Tests bei der Herstellung durchgeführt, um eine möglichst genaue Aussage hinsichtlich der Qualität eines jeweiligen Herstellungsprozesses geben zu können.

15

Da ferner mit fortschreitender Integrationsdichte eine Strukturbreite von Verdrahtungen insbesondere in Halbleiterschaltungen zunehmend verringert wird, werden derartige Leiterbahnen in hochintegrierten Schaltkreisen während eines Betriebs mit sehr hohen Stromdichten belastet. Hierbei kommt es aufgrund der guten Kühlung durch das verwendete Grundmaterial bzw. Substrat nicht zu einem Aufschmelzen der Leiterbahnen. Statt dessen kommt es durch den Strom zu einem Materialtransport in Elektronenrichtung, der durch Bildung von Löchern in den Leiterbahnen zum Ausfall des Schaltkreises führen kann. Dieser Mechanismus ist stromdichten- und temperaturabhängig und wird üblicherweise Elektromigration genannt. Die Elektromigration bestimmt unter anderem eine maximale Lebensdauer bzw. eine Zuverlässigkeit einer jeweiligen Schaltung und kann durch verschiedene Parameter in der Herstellung beeinflusst werden.

20

25

30

35

Um daher eine maximale Lebensdauer von Halbleiterschaltungen oder Dünnsfilmschaltungen abschätzen zu können, werden sogenannte Elektromigrations-Tests durchgeführt, die bei erhöhten Temperaturen und Stromdichten an bestimmten Teststrukturen stattfinden. Üblicherweise wurden diese erhöhten Temperaturen in speziellen Öfen realisiert, wodurch ein beschleunigter künstlicher Alterungsprozess herbeigeführt werden kann. Da jedoch die Herstellung insbesondere von integrierten Halbleiterschaltungen mehrere Wochen dauern kann und bereits während der Herstellung die Überprüfung von eventuell fehlerhaften Strukturen gewünscht ist, wurden sogenannte beschleunigte und hochbeschleunigte Tests entwickelt, die eine Abweichung in der Herstellung in regelmäßigen Kontrollmessungen ermöglichen. Diese Messungen müssen hierbei im Sekundenmaßstab ablaufen, um die Herstellzeit und damit die Herstellkosten nicht zu erhöhen.

Eine weitergehende Beschleunigung ist jedoch nur über sehr hohe Temperaturen und entsprechende Stromdichten möglich, wobei eine Selbstheizung über den hohen Strom erfolgt.

Aus der Literaturstelle H.A. Schafft, "Reliability Test Chips: NIST33 & 34 for JEDEC Inter-Laboratory Experiments and More", IEEE International Integrated Reliability Workshop Final Report, S. 144f, 1997, ist eine Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrehungen mittels hochbeschleunigter Tests bekannt, wobei zwischen einem ersten und zweiten Teststruktur-Anschlussbereich ein zu testender Elektromigrationsbereich in Form einer metallischen Leiterbahn bekannt ist. Zur Überprüfung eines Ausfalls befinden sich an den Teststruktur-Anschlussbereichen jeweils ein erster und zweiter Sensoranschluss, der zu einem dazugehörigen Sensorpad führt. Unter Verwendung der JEDEC-Standardtestverfahren wie z.B. dem isothermischen Test (JESD63) und dem sogenannten SWEAT-Test (JEP119) können somit Lebensdauerabschätzungen für die dazugehörigen Halbleiterschaltungen getroffen werden. Nachteilig ist jedoch bei der-

artigen Teststrukturen, dass sie nur eine geringe Produktrelevanz aufweisen, da üblicherweise in Halbleiterschaltungen sogenannte Elektromigrations-Barrieren beispielsweise in Form von Kontakten (Vias) zwischen leitenden Schichten verwendet werden, welche mit derartigen Teststrukturen nicht oder nicht ausreichend überprüft werden können.

Aus der Literaturstelle T.S. Sriram, "Electromigration Teststructure Designs to identify VIA failure modes", Proc. International Conference on Microelectronic Teststructures, S. 155 bis 157, 2000 ist eine weitere herkömmliche Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen bei hochbeschleunigten Tests bekannt, wobei der zu testende Bereich der Elektromigrations-Teststruktur sowohl einen Elektromigrationsbereich in Form einer metallischen Leiterbahn als auch eine Elektromigrations-Barriere in Form eines Kontaktes (Vias) aufweist. Auf diese Weise erhält man zwar eine verbesserte Produktrelevanz bzw. verbesserte Aussagekraft für die dazugehörige Halbleiterschaltung, wobei jedoch keine hochgenauen quantitativen Aussagen insbesondere hinsichtlich der Temperatur möglich sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen zu schaffen, mit der eine weitere Beschleunigung eines Tests bei verbesserter Testgenauigkeit realisierbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Insbesondere durch die Verwendung eines dritten Sensoranschlusses, der in unmittelbarer Nähe zum Elektromigrations-Barrierenbereich an dem Elektromigrationsbereich angeschlossen ist und eine derartige Strukturierung des Elektromigrationsbereichs dahingehend, dass sich darin eine im wesentlichen homogene Temperaturverteilung ergibt, können außerordentlich

präzise Aussagen über die jeweils anliegenden Temperaturen getroffen werden, wodurch sich die Stromdichten einstellen lassen und in Abhängigkeit von den quantitativen Aussagen über die Temperatur eine verbesserte Testgenauigkeit auch bei Verwendung von beispielsweise Kontakten (Vias) ergibt. Als Nebeneffekt kann dadurch ferner eine vereinfachte elektrische Fehleranalyse zur genauen Bestimmung eines Ausfallortes durchgeführt werden.

10 Vorzugsweise besitzen erste und zweite Teststruktur-Anschlussbereiche eine Verjüngung zum zu testenden Bereich, wodurch das Auftreten von mechanischen Spannungen und eine Metallflussdivergenz aufgrund von Temperaturunterschieden sowie eine veränderte Elektromigration verhindert werden  
15 kann. Die Verjüngung ist hierbei im wesentlichen stufenweise ausgebildet, wodurch bei einer entsprechenden Strukturierung bzw. Auswahl der jeweiligen Leiterbahnbreiten ein maximaler und genau vorbestimmbarer Temperaturgradient eingestellt werden kann.

20 Zur weiteren Erhöhung der Testgenauigkeit werden die Sensoranschlüsse so zum Elektromigrationsbereich bzw. zum Teststruktur-Anschlussbereich ausgebildet, dass ein gewisser Temperaturabgleich stattfinden kann und der Einfluss der Sensoranschlüsse minimiert wird. Ein zweiter Sensoranschluss befindet sich hierbei vorzugsweise am zweiten Teststruktur-Anschlussbereich im Bereich der Verjüngung, wodurch eine im Elektromigrationsbereich vorherrschende Temperatur nahezu  
25 unbeeinflusst bleibt.

30 Zur weiteren Verbesserung einer jeweiligen Produktrelevanz können im wesentlichen parallel zum zu testenden Bereich Blindstrukturen ausgebildet werden, wodurch wesentlich realistischere Strukturen erzeugt werden und beispielsweise eine  
35 Temperaturableitung auf benachbarte Leiterbahnen ausgewertet werden kann. Die Blindstruktur besteht vorzugsweise aus einem Blind-Elektromigrationsbereich und einem Blind-

Elektromigrations-Barrierenbereich, wodurch nicht nur die Leiterbahnen, sondern auch beispielsweise die Kontakte (Vias) hinsichtlich ihres produktrelevanten Temperaturverhaltens getestet werden können.

5

In den weiteren Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung bezeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

10

Es zeigen:

15

Figur 1a eine vereinfachte Draufsicht einer Elektromigrations-Teststruktur gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

20

Figur 1b ein zur Teststruktur gemäß Figur 1a dazugehöriges Temperaturprofil;

Figur 1c eine vereinfachte Schnittansicht entlang eines Schnitts A-A' in Figur 1a;

25

Figur 1d eine Teilansicht der Elektromigrations-Teststruktur im Bereich eines Elektromigrations-Barrierenbereichs;

30

Figur 2 eine vereinfachte Draufsicht einer Elektromigrations-Teststruktur gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel; und

35

Figur 3 eine Teil-Schnittansicht eines Elektromigrations-Barrierenbereichs gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Figur 1a zeigt eine vereinfachte Draufsicht einer Elektromigrations-Teststruktur gemäß eines ersten Ausführungsbeis-

spiels, wobei ein zu testender Bereich einen Elektromigrationsbereich L und einen Elektromigrations-Barrierenbereich V aufweist. Genauer gesagt besteht der Elektromigrationsbereich L beispielsweise aus einer metallischen Leiterbahn mit einer Breite B<sub>l</sub>, die beispielsweise in einer Metallisierungsebene einer dazugehörigen Halbleiterschaltung ausgebildet ist. Bei einer ausreichenden Länge l des Elektromigrationsbereichs L herrscht bei einer konstanten Temperatur in diesem Bereich ein konstanter Materialfluss vor, der durch Elektromigration verursacht wird.

Zur Realisierung eines Elektromigrations-Barrierenbereichs V, in dem ein verringerter Materialfluss aufgrund von Elektromigration vorherrscht, verwendet die Teststruktur gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel einen Kontakt (Via) bzw. Kontaktloch V, welches sich zwischen der Metallisierungsebene für den Elektromigrationsbereich L und einer weiteren Metallisierungsebene für einen ersten Teststruktur-Anschlussbereich I<sub>1</sub> befindet. In der dazugehörigen Halbleiterschaltung stellen derartige Kontakte (Vias) jeweilige Verbindungen zwischen den einzelnen Metallisierungsebenen her, wobei jedoch üblicherweise andere Materialien verwendet werden und deshalb ein verringerter Materialfluss aufgrund des Elektromigrationseffektes vorherrscht. Diese Bereiche wirken daher als Elektromigrations-Barrieren.

Figur 1c zeigt eine vereinfachte Schnittansicht entlang eines Schnitts A-A' in Figur 1a, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Elemente darstellen und auf eine wiederholte Beschreibung nachfolgend verzichtet wird.

Gemäß Figur 1c kann der erste Anschlussbereich I<sub>1</sub> eine erste metallische Leiterbahn aufweisen, die beispielsweise aus Aluminium, Kupfer usw. besteht. In gleicher Weise kann der in der darunterliegenden Metallisierungsebene ausgebildete Elektromigrationsbereich L ebenfalls eine Aluminium-, Kupfer- oder sonstige metallische Leiterbahn aufweisen. Der als Kon-



takt (Via) realisierte Elektromigrationsbereich besteht beispielsweise aus Wolfram, Titan oder einem sonstigen elektrisch leitenden Material mit guten Fülleigenschaften. Aufgrund des unterschiedlichen Materials wirken jedoch derartige Kontakte (Vias) V als Elektromigrations-Barrieren, da kein gleichartiges Material nachgeliefert wird und somit an diesen Stellen bevorzugt ein Abtransport von Material in der leitenden Ebene erfolgt, der schließlich zum Ausfall der Teststruktur führen kann.

10

Gemäß Figuren 1a und 1c befinden sich in unmittelbarer Nähe des Kontaktes (Vias) V ein erster Sensoranschluss S1 und ein dritter Sensoranschluss S3 mit geringer Leiterbahnbreite B4. Aufgrund der geringen Leiterbahnbreite kann bereits eine Beeinflussung einer Temperatur des zu testenden Bereichs minimiert werden. Ferner wird eine Breite B2 des ersten Teststruktur-Anschlussbereichs I1 am Kontakt (Via) V zu der Breite B1 des Elektromigrationsbereichs L derart bemessen, dass zwischen beiden Ebenen der Temperaturgradient aufgrund der durch den eingepprägten Heizstrom erfolgten Joule'schen Erwärmung nicht zu hoch wird. Vorzugsweise wird ein Temperaturgradient zwischen dem ersten Teststruktur-Anschlussbereich I1 am Kontakt (Via) V und dem Elektromigrationsbereich L auf  $< 50^{\circ}\text{C}$  eingestellt, wodurch mechanische Spannungen und eine Beeinflussung der Elektromigration zuverlässig minimiert werden kann. Eine Stromeinprägung erfolgt hierbei direkt von dem ersten Teststruktur-Anschlussbereich I1 zum zweiten Teststruktur-Anschlussbereich I2, der sich am anderen Ende des Elektromigrationsbereichs L anschließt.

30

Zur weiteren Verringerung eines jeweiligen Temperaturgradienten und der daraus resultierenden Materialflussdivergenz zu einem eigentlichen Anschlusspad werden die Breiten des ersten und zweiten Teststruktur-Anschlussbereichs I1 und I2 jeweils schrittweise verringert (Taperung), wodurch sich eine Verjüngung zum zu testenden Bereich ergibt. Wiederum werden die Querschnittsflächen der jeweiligen Leiterbahnabschnitte so

35

eingestellt, dass sich ein maximaler Temperaturgradient  $T_{\max}$  von z.B.  $50^{\circ}\text{C}$  ergibt und somit insbesondere auch mechanische Spannungen zwischen den Stufen vermieden werden. Ein weiterer Vorteil der Stufenform ist die einfache fotolithografische  
5 Strukturierung.

Zur hochgenauen Bestimmung einer jeweils erzeugten Temperatur im Elektromigrationsbereich L besitzt der zweite Teststruktur-Anschlussbereich I2 einen zweiten Sensoranschluss S2, der  
10 gemäß Figur 1a beispielsweise erst an der Verjüngung bzw. zweiten Stufe ausgebildet wird, wodurch sich eine eventuelle Beeinflussung eines Temperaturprofils durch den zweiten Sensoranschluss S2 weiter verringern lässt. Wiederum wird eine Breite des Sensoranschlusses möglichst gering gehalten, um  
15 eine unerwünschte Temperatursenke zu verhindern.

Figur 1b zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Temperaturprofils entlang der in Figur 1a dargestellten Teststruktur. Wesentlich ist hierbei, dass die im Elektromigrationsbereich L erzeugte Temperatur außerordentlich homogen ist und  
20 über die Sensoranschlüsse S2 und S3 auch quantitativ sehr genau erfasst werden kann, was insbesondere bei hochbeschleunigten Tests von Bedeutung ist. Mit einer derartigen Teststruktur können somit aufgrund von stark erhöhten Stromdichten insbesondere im Elektromigrationsbereich L die aufgrund der Joule'schen Erwärmung resultierenden starken Erwärmungen und hohen Temperaturen erzielt werden, die zu einer wesentlichen Verkürzung der Testzeiten führen. Die außerordentlich hohen Temperaturen im Elektromigrationsbereich L sind hierbei  
25 im wesentlichen konstant und können über den zweiten und dritten Sensoranschluss S2 und S3 hochgenau ermittelt werden um jeweilige Testprogramme entsprechend anzusteuern.  
30

Beispielsweise wird zur Temperaturbestimmung hierbei eine  
35 Temperaturabhängigkeit des Elektromigrationsbereichs L bzw. eines dazugehörigen Metallwiderstandes ausgenutzt, wobei die Sensoranschlüsse jeweils als Spannungsabgriffe zum Erfassen

eines jeweiligen Spannungsabfalls bzw. einer Potentialdifferenz über dem Elektromigrationsbereich L dienen. Die einfache Struktur des Elektromigrationsbereichs L mit seiner ausreichenden Länge l und vorbestimmten Breite B1 ermöglicht somit  
5 eine einfache und äußerst exakte Bestimmung einer jeweiligen Leiterbahntemperatur während der Messung, wodurch sich ausreichende Rückschlüsse auf die dazugehörige Halbleiterschaltung bzw. Dünnfilmschaltung treffen lassen. Der Elektromigrationsbereich L und der Kontakt (Via) entsprechen hierbei  
10 typischen Leiterbahnen und Kontakten (Vias) in der dazugehörigen Halbleiterschaltung.

Da die Spannungsanschlüsse bzw. -abgriffe S1 und S3 am Kontakt (Via) zu einer unerwünschten Kühlung der Struktur und  
15 insbesondere des Elektromigrationsbereichs L führen können, werden diese Sensoranschlüsse S1 und S3 gemäß Figuren 1a und 1d über einen gewissen Abschnitt bzw. zumindest teilweise parallel zum Elektromigrationsbereich L bzw. zum Teststruktur-Anschlussbereich I1 geführt, wodurch sich eine Optimierung des Temperaturprofils ergibt. In gleicher Weise ist auch  
20 der Sensoranschluss S2 nicht unmittelbar sondern erst nach der ersten Stufe zur Vermeidung unerwünschter Temperatursenken am zweiten Anschlussbereich I2 ausgebildet. Bei entsprechender Dimensionierung der jeweiligen Leiterbahnbreiten  
25 können somit insbesondere aufgrund von Temperaturunterschieden hervorgerufene mechanische Spannungen weitgehend verhindert werden.

Gemäß Figuren 1a und 1b werden die Breiten B1, B2, B3 und B4  
30 der jeweiligen Anschlussbereiche I1 und I2 des Elektromigrationsbereichs L und des Elektromigrations-Barrierenbereichs V derart dimensioniert, dass bei Erreichen einer jeweiligen Testtemperatur im Elektromigrationsbereich L ein jeweiliger Temperaturgradient unterhalb eines maximal vorbestimmten  
35 Wertes  $T_{\max}$  (z.B. 50°C) liegt. Insbesondere durch den dritten Sensoranschluss S3 ist es nun auch möglich, produktrelevante Zuverlässigkeitsuntersuchungen (d.h. Kontakte (Vias) V auf-

weisende Halbleiterschaltungen) mit hochbeschleunigten Testmethoden durchzuführen, wobei außerordentlich genaue Aussagen beispielsweise über eine jeweilige Lebensdauer von Halbleiterschaltungen oder Dünnfilmschaltungen getroffen werden können. Darüber hinaus ist es durch diesen weiteren Sensoranschluss S3 nunmehr möglich, auch den genauen Ausfallort elektrisch zu bestimmen, wodurch eine jeweilige Ursache des Ausfalls ermittelt werden kann. Aufwändige Präparationen und REM-Untersuchungen, wie sie an herkömmlichen Teststrukturen durchgeführt werden mussten, um beispielsweise den genauen Ort des Ausfalls zu ermitteln, sind folglich nicht mehr notwendig.

Figur 2 zeigt eine vereinfachte Draufsicht einer Elektromigrations-Teststruktur gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Elemente bezeichnen und auf eine wiederholte Beschreibung nachfolgend verzichtet wird.

Gemäß Figur 2 werden in einem zweiten Ausführungsbeispiel parallel zum zu testenden Bereich, der im wesentlichen den Elektromigrationsbereich L und den Elektromigrations-Barrierenbereich V aufweist, sogenannte Blindstrukturen ausgebildet, die vorzugsweise in einem Abstand F beabstandet sind. F ist hierbei eine minimale lithografisch zu realisierende Strukturbreite eines jeweiligen Herstellungsprozesses.

Eine derartige zumindest zum Elektromigrationsbereich L ausgebildete Blindstruktur dient wiederum einer Erhöhung einer jeweiligen Produktrelevanz. Da insbesondere die bei lithografischen Prozessen verwendeten Abbildungseigenschaften isolierte bzw. einzelne Leiterbahnen nur unscharf und mit sehr unbestimmten Querschnittseigenschaften abbilden können, ermöglicht die in Figur 2 dargestellte Blindstruktur eine Anpassung an tatsächlich vorherrschende Bedingungen, da der zu testende Bereich im wesentlichen die gleiche Strukturierung aufweist, wie eine Leiterbahn in der dazugehörigen Halblei-

ter- bzw. Dünnschichtschaltung. Das Auftreten von überkritischen Teststrukturen, die beispielsweise früher ausfallen als die dazugehörige Halbleiterschaltung, kann dadurch verhindert werden.

5

Gemäß Figur 2 wird demzufolge parallel zu dem Elektromigrationsbereich L jeweils ein Blind-Elektromigrationsbereich bzw. eine jeweilige Dummy-Leitung DL im minimal erlaubten Abstand zu beiden Seiten der Teststruktur ausgebildet. Neben den vorstehend beschriebenen verbesserten Abbildungseigenschaften insbesondere für den Elektromigrationsbereich L können damit aber auch die Temperaturverhältnisse in einer dazugehörigen Halbleiterschaltung wesentlich besser nachgebildet werden. Genauer gesagt kühlen die Blind-Elektromigrationsbereiche DL wegen ihrer Nähe zur Teststruktur bzw. zum Elektromigrationsbereich L diesen ab, weshalb eine höhere Stromdichte zum Erreichen der gleichen Testtemperatur notwendig wird. Da dieser Strom auch durch die Elektromigrations-Barrierenbereiche V fließt und eine Erwärmung darin hervorruft, können zur Vermeidung einer entsprechenden Überhitzung die Blindstrukturen auch jeweilige Blind-Elektromigrations-Barrierenbereiche DV bzw. sogenannte Dummy-Kontakte (Vias) aufweisen. Eine weitere Verbesserung der Produktrelevanz bzw. einer Wärmeabstrahlung an parallel liegende Leiterbahnen kann durch die in Figur 2 dargestellten Blind-Anschlussbereiche DI parallel zum ersten und zweiten Anschlussbereich I1 und I2 realisiert werden. Mit der in Figur 2 dargestellten Blind-Struktur kann demzufolge eine gleichmäßig Kühlung des Kontaktes (Vias) V und der leitenden Ebene erreicht und eine möglichst gleichmäßige und fototechnisch einwandfreie Abbildung der jeweiligen Struktur realisiert werden, wodurch man eine sehr genaue Aussage über die jeweiligen Produkteigenschaften einer dazugehörigen Halbleiterschaltung erhält.

35 Figur 3 zeigt eine vereinfachte Teil-Schnittansicht einer Elektromigrations-Teststruktur gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels im Bereich der Elektromigrations-Barriere V.

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wiederum gleiche oder entsprechende Elemente wie in den Figuren 1 und 2, weshalb auf eine wiederholte Beschreibung nachfolgend verzichtet wird.

5    Gemäß Figur 3 kann eine Elektromigrations-Barriere mit verringertem Materialfluss auch dadurch entstehen, dass beispielsweise eine durchgehende metallische Leiterbahn über einer Topografie bzw. Kante abgeschieden wird, wodurch beispielsweise aufgrund von unterschiedlichen Abscheidungsge-  
10    schwindigkeiten an der Kante unterschiedliche Materialstrukturen ergeben und ein verringerter Materialfluss aufgrund des Elektromigrationseffektes auftritt. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann demzufolge die vorstehend beschriebene Elektromigrations-Teststruktur nicht nur auf die vorstehend  
15    beschriebenen Kontakte (Vias) sondern auch auf die in Figur 3 dargestellten Elektromigrations-Barrierenbereiche V angewendet werden, wodurch man wiederum einen hochgenauen und hochbeschleunigten Test von derartigen Strukturen realisieren kann. In gleicher Weise fallen gemäß Figur 3 beispielsweise  
20    auch mittels Spacer-Technik realisierte Seitenwandkontakte oder Verbindungsstrukturen in Gräben unter den Begriff Elektromigrations-Barrierenbereich.

Die Erfindung wurde vorstehend an Hand von integrierten Halbleiterschaltungen beschrieben. Sie ist jedoch nicht darauf beschränkt und umfasst in gleicher Weise elektrische Schaltungen, die in Dünnschichttechnik ausgebildet sind.

## Patentansprüche

1. Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen mit

5

einem ersten und zweiten Teststruktur-Anschlussbereich (I1, I2) zum Einprägen eines Heizstroms;

10

einem zu testenden Bereich, der einen Elektromigrationsbereich (L) mit konstantem Materialfluss und einen Elektromigrations-Barrierenbereich (V) mit verringertem Materialfluss aufweist und zwischen die Anschlussbereiche (I2, I2) geschaltet ist; und

15

einem ersten und zweiten Sensoranschluss (S1, S2) zum Erfassen eines Ausfalls des zu testenden Bereichs (V, L), gekennzeichnet durch

20

einen dritten Sensoranschluss (S3), der in unmittelbarer Nähe zum Elektromigrations-Barrierenbereich (V) an den Elektromigrationsbereich (L) angeschaltet ist, wobei der Elektromigrationsbereich (L) derart strukturiert ist, dass sich darin eine im wesentlichen homogene Temperaturverteilung ergibt.

25

2. Elektromigrations-Teststruktur nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromigrations-Barrierenbereich (V) einen Kontakt darstellt.

30

3. Elektromigrations-Teststruktur nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromigrationsbereich (L) eine metallische Leiterbahn mit konstanter Breite (B1) darstellt.

35

4. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass

der erste und zweite Teststruktur-Anschlussbereich (I1, I2) eine Verjüngung zum zu testenden Bereich hin aufweist.

5 5. Elektromigrations-Teststruktur nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verjüngung im wesentlichen stufenweise ausgebildet ist.

10 6. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensoranschluss (S1) derart ausgebildet ist, dass ein gewisser Temperatursausgleich zum Elektromigrationsbereich (L) stattfinden kann.

15 7. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Sensoranschluss (S2) am zweiten Teststruktur-Anschlussbereich (I2) im Bereich der Verjüngung ausgebildet ist.

20 8. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Sensoranschluss (S3) derart ausgebildet ist, dass ein gewisser Temperatursausgleich zum ersten Teststruktur-Anschlussbereich (I1) stattfinden kann.

25 9. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Querschnittsfläche der jeweiligen Anschlussbereiche (I1, I2), des Elektromigrationsbereichs (L) und/oder des Elektromigrations-Barrierenbereichs (V) derart ausgebildet ist, dass  
30 bei Erreichen einer Temperatur ein jeweiliger Temperaturgradient von maximal einem vorbestimmten Wert (Tmax) besteht.

35 10. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Blindstruktur im wesentlichen parallel zum zu testenden Bereich ausgebildet ist.



11. Elektromigrations-Teststruktur nach Patentanspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Blindstruktur einen Blind-Elektromigrationsbereich (DL), einen Blind-  
5 Elektromigrations-Barrierenbereich (DV) und/oder einen Blind-Anschlussbereich (DI) aufweist.

12. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentan-  
sprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Blindstruktur mit minimaler Strukturbreite (F) zum  
zu testenden Bereich beabstandet ist.

13. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentan-  
sprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass sie in einer Halbleiterschaltung oder einer Dünnschicht-  
schaltung ausgebildet ist.

14. Elektromigrations-Teststruktur nach einem der Patentan-  
sprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass sie für hochbeschleunigte Tests mit Joule'scher Erwär-  
mung ausgebildet ist.

## Zusammenfassung

Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen

5

Die Erfindung betrifft eine Elektromigrations-Teststruktur zur Erfassung einer Zuverlässigkeit von Verdrahtungen, wobei zwischen einem ersten und zweiten Teststruktur-Anschlussbereich (I1, I2) ein zu testender Bereich mit einem Elektromigrationsbereich (L) und einem Elektromigrations-Barrierenbereich (V) ausgebildet ist. Zum hochgenauen und für hochbeschleunigte Tests geeigneten Abschätzen einer Lebensdauer befinden sich in unmittelbarer Nähe des Elektromigrations-Barrierenbereichs (V) ein erster und dritter Sensoranschluss (S1, S3), sowie am zweiten Teststruktur-Anschlussbereich (I2) ein zweiter Sensoranschluss (S2).

10

15

(Figur 1a)

## Bezugszeichenliste

I1, I2	erster und zweiter Teststruktur-Anschlussbereich
L	Elektromigrationsbereich
V	Elektromigrations-Barrierenbereich
S1 bis S3	erster, zweiter und dritter Sensoranschluss
B1 bis B4	Breiten der jeweiligen Leiterbahnen
DL	Blind-Elektromigrationsbereich
DV	Blind-Elektromigrations-Barrierenbereich
DI	Blind-Anschlussbereich
l	Länge des Elektromigrationsbereichs



